

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 03 H 17/02  
H 04 R 3/00

識別記号

3 1 0

庁内整理番号

L 8731-5J  
8946-5H

⑭ 公開 平成4年(1992)3月6日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 オーディオ信号の量子化誤差低減装置

⑯ 特 願 平2-185552

⑰ 出 願 平2(1990)7月13日

⑱ 発 明 者 阿 久 根 誠 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

⑲ 発 明 者 赤 桐 健 三 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

⑳ 出 願 人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号

㉑ 代 理 人 弁理士 小 池 晃 外2名

# 明細書

差低減装置に関するものである。

## 1. 発明の名称

オーディオ信号の量子化誤差低減装置

## 〔発明の概要〕

本発明は、量子化誤差をノイズフィルタを介して量子化器の入力側に帰還するようにしたオーディオ信号の量子化誤差低減装置において、ノイズフィルタの特性を、等ラウドネス曲線に応じた量子化誤差低減処理及び低域成分の量子化誤差を減少させるような処理が行われる特性に設定するようにしたことにより、簡単な構成で聴感上のノイズを低減することができるオーディオ信号の量子化誤差低減装置を提供するものである。

## 2. 特許請求の範囲

量子化器で発生した量子化誤差をノイズフィルタを介して上記量子化器の入力側に帰還するようにしたオーディオ信号の量子化誤差低減装置において、

上記ノイズフィルタのフィルタ特性を、等ラウドネス曲線に応じた量子化誤差低減処理が行われると共に、低域成分の量子化誤差を減少させるような量子化誤差低減処理が行われる特性に設定するようにしたことを特徴とするオーディオ信号の量子化誤差低減装置。

## 〔従来の技術〕

現在、デジタルのオーディオ信号を扱うデジタルオーディオ機器には、例えばいわゆるコンパクトディスク(CD)の再生機、或いはいわゆるデジタル・オーディオ・テープレコーダ(DAT)等が存在する。これらのデジタルオーディオ機器では各種統一規格が規定されており、例

## 3. 発明の詳細な説明

### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、オーディオ信号の量子化で発生する量子化誤差を低減するオーディオ信号の量子化誤

えば、これら機器で扱われるデジタルオーディオ信号のビット長は、上記統一規格から16ビット長に規定されている。また、これらのデジタルオーディオ機器におけるデジタルオーディオ信号としては、アナログオーディオ信号(音声波形信号)を例えばいわゆるPCM(線形パルス符号化)のような単純な線形量子化を用いて符号化して得られたデジタルオーディオ信号を用いている。

#### (発明が解決しようとする課題)

ところで、近年、上述のようなデジタルオーディオ機器においては、上記統一規格から現実的に得られる再生音よりも、聴感上より品質の高い再生音を得られるようになることが望まれている。このような聴感上より良い再生音を得られるようにするためには、例えば、これらデジタルオーディオ機器で扱われるデジタルオーディオ信号を、該デジタルオーディオ信号自身に含まれるノイズ成分が低減された信号としておくことが考

- 3 -

そこで、本発明は、上述のような実情に鑑みて提案されたものであり、簡単な構成で聴感上効果的に量子化誤差(量子化ノイズ)を低減することができるオーディオ信号の量子化誤差低減装置を提供することを目的とするものである。

#### (課題を解決するための手段)

本発明のオーディオ信号の量子化誤差低減装置は、上述の目的を達成するために提案されたものであり、量子化器で発生した量子化誤差をノイズフィルタを介して上記量子化器の入力側に帰還するようにしたものであって、上記ノイズフィルタのフィルタ特性を、等ラウドネス曲線に応じた量子化誤差低減処理が行われると共に、低域成分の量子化誤差を減少させるような量子化誤差低減処理が行われる特性に設定するようにしたものである。

#### (作用)

本発明によれば、等ラウドネス曲線は、人間の

えられる。

このデジタルオーディオ信号のノイズ成分低減処理としては、例えば、オーディオ信号の量子化の際に、量子化器によって発生する量子化誤差(量子化ノイズ或いは量子化歪み)を、ノイズフィルタを介して当該量子化器の入力側に帰還(フィードバック)するようないわゆるエラーフィードバックによって量子化誤差を低減しておくようなノイズシェーピング処理が知られている。

ここで、上述したPCM符号化のような線形量子化での量子化歪みは、オーディオ信号の全周波数帯域にフラットな周波数特性を有するものとなっている。しかし、人間の耳は、音の周波数によって聞こえる感度に差があるため、上記エラーフィードバックによる量子化誤差低減処理が、人間の聴感上必ずしも有効であるとは言い難い。

また、人間の聴感上有効な量子化誤差低減処理を行うようにするには、非常に複雑な構成の量子化誤差低減装置が必要(特に高次のノイズフィルタが必要)となる。

- 4 -

聴覚特性に応じたものであり、この等ラウドネス曲線に応じた量子化誤差低減処理を行うことで耳に聞こえ易い周波数帯域のノイズを減らすことができるようになり、また、フィルタ特性を低域成分の量子化誤差を減少させるようなものとする事で、ノイズフィルタの構成が簡単になる。

#### (実施例)

以下、本発明を適用した実施例について図面を参照しながら説明する。

第1図に、本実施例のオーディオ信号の量子化誤差低減装置の概略構成のブロック図を示す。

この第1図の本実施例装置は、量子化器11で発生した量子化誤差をノイズフィルタ13を介して上記量子化器11の入力側に帰還するようにしたものであって、上記ノイズフィルタ13のフィルタ特性を、人間の聴覚特性に応じた第2図に示すようないわゆる等ラウドネス曲線RCに応じた量子化誤差低減処理が行われると共に、低域成分の量子化誤差を減少させるような量子化誤差低減

処理が行われる、第4図の曲線MRに示すような低域フラットのフィルタ特性に設定するようにしたものである。ここで、この第1図の入力端子1には、任意のサンプリング周波数でサンプリングされて得られたデジタルオーディオ信号が供給されており、当該デジタルオーディオ信号が量子化器11で再量子化されて出力端子2から出力されるようになっている。

すなわち、本実施例装置は、上記量子化器11の出力から当該量子化器11への入力を減算することでこの量子化器11での量子化の際に発生する量子化誤差を得る加算器12と、該加算器12の出力をフィルタリング処理して出力する後述するフィルタ係数でフィルタ特性が設定されるノイズフィルタ13と、該ノイズフィルタ13の出力を上記量子化器11の入力側に加算する加算器10とでいわゆるエラーフィードバック回路を構成している。このエラーフィードバック回路によって、量子化誤差低減処理（いわゆるノイズシェーピング処理）が行われるようになる。更に、本実

- 7 -

ににくいことを示している。したがって、この等ラウドネス曲線RCに関連した情報に基づいて上記エラーフィードバック回路によってオーディオ信号のノイズシェーピングを行うことで、聴感上のダイナミックレンジを上げることができるようになる。すなわち、この等ラウドネス曲線RCを考慮して得られる許容可能なノイズスペクトル（許容可能なノイズレベル）を用いたノイズシェーピングを行うことで、より聴感上効果的なノイズシェーピングが行え、再生音の聴感上のダイナミックレンジを上げることが可能となる。この等ラウドネス曲線RC（或いはその近似曲線）に関連した情報（許容ノイズスペクトルの情報）が上記等ラウドネス曲線発生回路15から出力されて、上記フィルタ係数算出回路14に送られるようになっている。

このため、当該フィルタ係数算出回路14では、上記等ラウドネス曲線RCに基づいて上記ノイズフィルタ13のフィルタ係数が算出されることになる。すなわち、上記フィルタ係数は、上記等ラ

実施例装置は、人間の聴覚特性に応じた第2図の等ラウドネス曲線RCに関連した情報を発生させる等ラウドネス曲線発生回路15と、後述する低域成分のノイズを減少させるようなノイズシェーピング処理を行わせるための低域補正用制御信号発生回路16と、該低域補正用制御信号発生回路16の出力と上記等ラウドネス曲線発生回路15の出力とに基づいて上記ノイズフィルタ13のフィルタ係数を算出するフィルタ係数算出回路14とを有してなるものである。

ここで、上記等ラウドネス曲線RCとは、人間の聴覚特性に応じた曲線であって、例えば1kHzの純音と同じ大きさに聞こえる各周波数での音の音圧を曲線で結んだもので、ラウドネスの等感度曲線とも呼ばれているものである。この等ラウドネス曲線RCにおいては、第2図に示すように、4kHz付近は人間の聴力の鋭敏なところで、音圧が1kHzより例えば8dB～10dB低くても1kHzと略同じ大きさに聞こえ、逆に、例えば10kHzでは4kHz付近よりも20dB程度も聞こえ

- 8 -

ラウドネス曲線RCのように周波数によってレスポンスが大きく変化するような情報に基づいて形成されることになる。しかし、上記ノイズフィルタ13において、このようなフィルタ係数に基づいたフィルタ特性を実現するためには、フィルタの次元を高く取らなければならなくなり、実際にこの高次元のフィルタを構成しようとする、大規模なものになってしまう虞れがある。したがって、フィルタを高次元としないためには、フィルタ特性を変化の少ないフラットなものとする必要がある。

このようなことから、本実施例装置では、後述する聴覚特性のいわゆるマスキング効果、及び、一般的なオーディオ信号の性質を考慮することで、フィルタ構成を高次元としなくても聴感上効果的なノイズシェーピングが行え、再生音の聴感上のダイナミックレンジを上げることができるようにしている。

ここで、上記マスキングとは、人間の聴覚上の特性により、ある信号によって他の信号がマスク

されて聞こえなくなる現象を言うもので、このマスキング効果には、時間軸上の信号に対するマスキング効果と周波数軸上の信号に対するマスキング効果（或いは、同時刻マスキング、テンポラルマスキング）とがある。したがって、例えば第3図に示すように、あるレベルのオーディオ信号Sがあった場合、このオーディオ信号Sに基づいたマスキング曲線MCによって、このマスキング曲線MC以下のノイズが聞こえなくなる。すなわち、このマスキング曲線MC以下のレベルは、許容可能なノイズレベルとなる。なお、この第3図には、参考のため上記等ラウドネス曲線RCも同時に示している。

更に、一般のオーディオ信号Sは、高域に比べて中、低域の信号成分が多くなっているが、上記マスキング効果は、通常、高域に比べて低域では低くなっている。すなわち、通常のオーディオ信号Sのノイズシェーピングを行う場合、高域よりも低域のノイズを低減するようにすることが効果的となる。

- 1 1 -

グ曲線MCを考慮しているため、聴感上効果的なノイズシェーピングが行え、再生音の聴感上のダイナミックレンジを上げることが可能となる。

本実施例においては、この等ラウドネス曲線RCとマスキング曲線MCを考慮すると共に低域のノイズを減少させる上記曲線MRのような低域フラットのフィルタ特性を実現するため、上記フィルタ係数算出回路14に、上記等ラウドネス曲線発生回路15の出力（等ラウドネス曲線RCのデータ）と共に、低域補正用制御信号発生回路16からの出力（低域補正用制御信号）も送るようにしている。

すなわち、低域補正用制御信号発生回路16で発生される上記低域補正用制御信号は、上記マスキング効果を考慮して形成されるものであって、上記フィルタ係数算出回路14において上記等ラウドネス曲線RCと共に演算されることによって、上記ノイズフィルタ13のフィルタ特性が上記第4図の曲線MRのとなるようなフィルタ係数が得られるようになる信号である。

- 1 3 -

上述のようなことから、本実施例の装置では、ノイズフィルタ13のフィルタ特性を、一般のオーディオ信号Sの性質とマスキング効果を考慮して低域のノイズを減少させることができるような特性とすると共に、上記等ラウドネス曲線RCとマスキング曲線MCとを考慮して、高域の許容ノイズレベルが高くなるような特性としている。すなわち、本実施例の装置においては、上記ノイズフィルタ13のフィルタ特性を、上記等ラウドネス曲線RC、マスキング曲線MC及び一般のオーディオ信号Sの性質を考慮することで、第4図に示すような、低域部分がフラットでかつ低く、高域部分の上がった曲線MRのようなフィルタ特性とするようにしている。このように、低域部分をフラットにすることで、曲線MR全体として変化の少ないものとなり、したがって、この曲線MRのフィルタ特性は、低次元のフィルタで実現することができるようになる。また、この曲線MRの特性のノイズフィルタ13を用いれば、上述したように、上記等ラウドネス曲線RC及びマスキ

- 1 2 -

第5図に、本実施例装置を例えばいわゆるコンパクトディスク（CD）におけるエンコード、デコードのシステムに使用したシステム構成の具体例を示す。この第5図において、入力端子31にはアナログオーディオ信号が供給される。このアナログオーディオ信号はA/D変換器32で20ビットデジタル信号に変換された後、本実施例の量子化誤差低減装置が内蔵された20ビット対応エンコード33に送られる。このエンコード33で量子化誤差低減処理がなされると共に16ビットのデータにエンコードされたデータは、上記CDに記録される。このCDに記録されたデータは、既存のCD再生機の再生回路34及びD/A変換器35でオーディオ信号に変換されて出力端子36から出力されて再生される。すなわち、上記CDに記録されたデータは、本実施例の装置によって量子化誤差が低減されたものであるため、このCDを再生して得られる音は、聴感上のダイナミックレンジが高いものとなる。

また、第6図に上記CDと異なり例えば10ビ

ットでデータを記録するメディアを使用するシステム構成の具体例を示す。この場合、入力端子41入力供給されたアナログ信号は、A/D変換器42で例えば16ビットのデジタルデータとされた信号が本実施例の量子化誤差低減装置が内蔵された10ビット対応エンコーダ43に送られる。このエンコーダ43で量子化誤差低減処理がなされると共に10ビットのデータにエンコードされたデータは、上記メディアに記録される。このメディアに記録されたデータは、既存の再生機の再生回路44及びD/A変換器45でアナログ信号に変換されて出力端子46から出力される。この場合も同様に、得られる再生信号はダイナミックレンジの高いものとなる。

第7図には、オーバーサンプリングを行うD/A変換のシステムで本実施例装置を使用する具体例を示す。この場合、入力端子51入力供給されたアナログ信号は、オーバーサンプリングを行うA/D変換器52で例えば20ビットのデジタルデータとされ、伝送路を介して本実施例の量子

化誤差低減装置53に送られる。この量子化誤差低減装置53で量子化誤差低減処理がなされ、D/A変換器54を介してアナログ信号に変換されて出力端子55から出力される。これにより、オーバーサンプリングが行えると共に、D/A変換の分解能を落とすことができるようになり、その分直線性を上げる方向にD/A変換器54を作成し易くなる。

上述したように、本実施例によれば、量子化誤差をノイズフィルタ13を介して量子化器11の入力側に帰還するようにしたオーディオ信号の量子化誤差低減装置において、ノイズフィルタ13のフィルタ特性を、人間の聴覚特性に応じた第2図に示すような等ラウドネス曲線RCに応じたノイズシェーピング処理が行われると共に、低域成分の量子化誤差を減少させるようなノイズシェーピング処理が行われる、第4図の曲線MRに示すような低域フラットのフィルタ特性に設定するようにしたことにより、簡単な構成（フィルタ係数算出が容易）で、聴感上のノイズを低減すること

- 15 -

が可能となった。したがって、本実施例の量子化誤差低減装置を、例えば規格統一されたデジタルオーディオ機器（例えばいわゆるコンパクトディスク、デジタル・オーディオ・テープレコーダ等）に適用すれば、該統一規格から現実に得られるダイナミックレンジよりも、聴感上でより高いダイナミックレンジの再生音を得られるようになる。例えば統一規格（上記CD、DATの場合16ビットスロットワード長の規格）を維持したまま（再生側には変更を加えず、コンパチビリティを保ったままで）、このオーディオ信号の再生音の聴感上のダイナミックレンジを上げることができるようになる。

#### 〔発明の効果〕

本発明のオーディオ信号の量子化誤差低減装置においては、ノイズフィルタのフィルタ特性を、等ラウドネス曲線に応じた量子化誤差低減処理及び低域成分の量子化誤差を減少させるような処理が行われる特性に設定するようにしたことにより、

- 16 -

簡単な構成で聴感上のノイズを低減することができるようになり、したがって、聴感上のノイズを低減して聴感上のダイナミックレンジを上げることが可能となった。

このため、本発明のオーディオ信号の量子化誤差低減装置を、例えば規格統一されたデジタルオーディオ機器に適用すれば、該統一規格から現実に得られるダイナミックレンジよりも、聴感上でより高いダイナミックレンジの再生音を得られるようになる。例えば、統一規格を維持したまま（再生側には変更を加えず、コンパチビリティを保ったままで）、このオーディオ信号の再生音の聴感上のダイナミックレンジを上げることができるようになる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明実施例のオーディオ信号の量子化誤差低減装置の概略構成のブロック図、第2図は等ラウドネス曲線を示す特性図、第3図はオーディオ信号によるマスキング効果を説明するため

- 17 -

- 35 -

- 18 -

の特性図、第4図はフィルタ特性を示す特性図、  
第5図はコンパクトディスクのエンコード、デコードシステムに本実施例装置を適用した具体例を示すブロック図、第6図は本実施例装置を10ビットシステムに適用した具体例を示すブロック図、第7図はオーバーサンプリングを行うD/A変換システムに本実施例装置を適用した具体例を示すブロック図である。

10, 12……加算器

11……量子化器

13……ノイズフィルタ

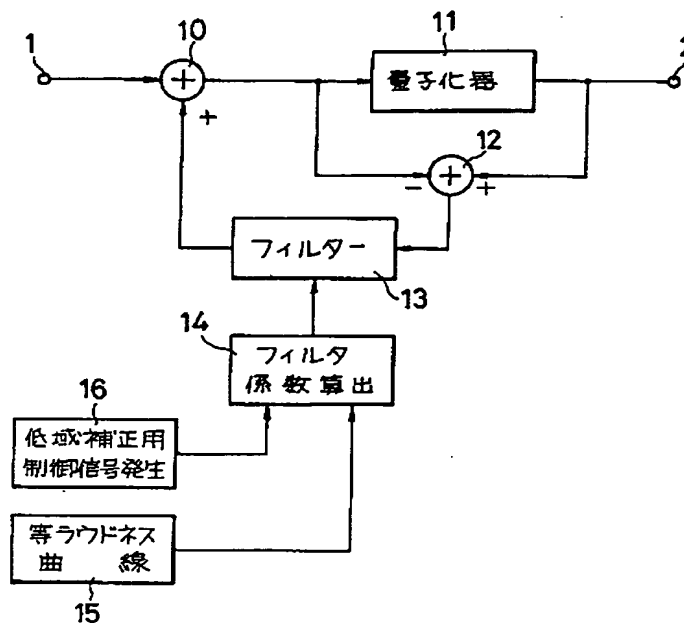
14……フィルタ係数算出回路

15……等ラウドネス曲線発生回路

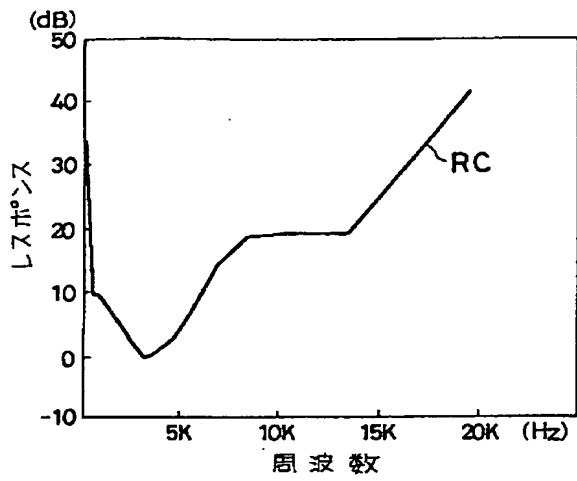
16……低域補正用制御信号発生回路

特許出願人      ソニー株式会社  
代理人 弁理士    小池 晃  
                    同        田村 栄一  
                    同        佐藤 勝

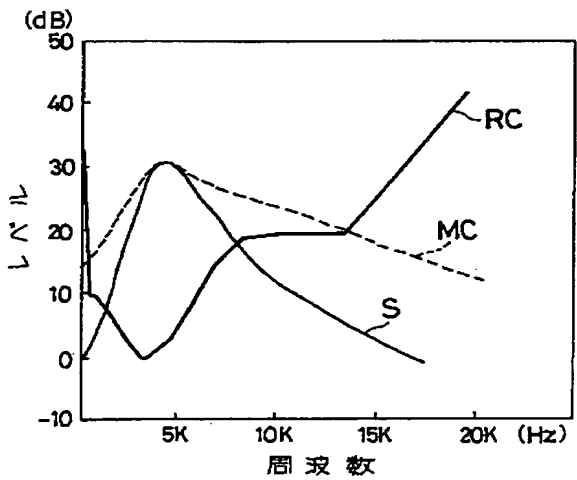
- 19 -



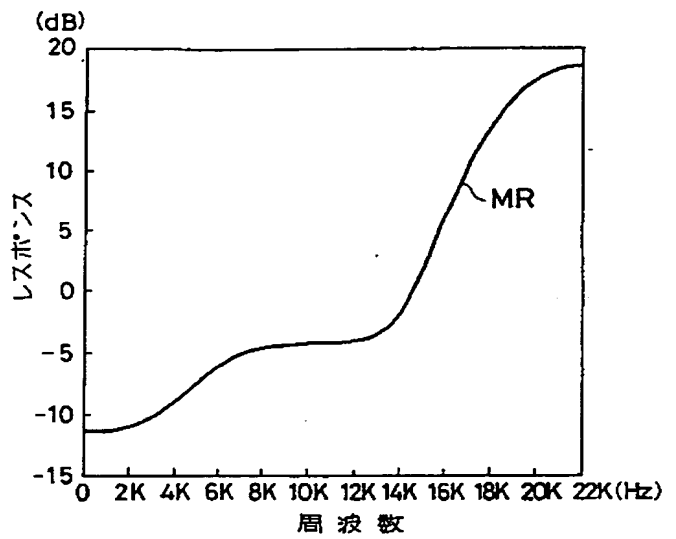
実施例の構成  
第1図



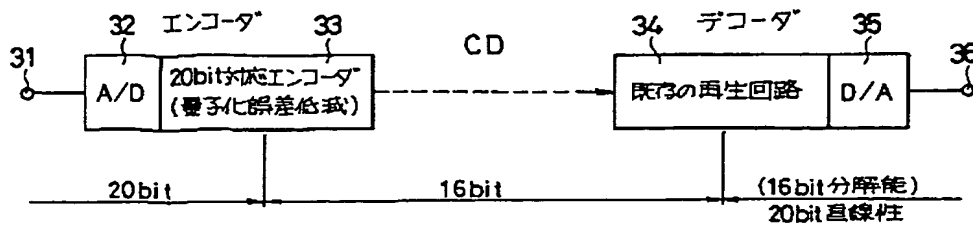
等ラウドネス曲線  
第 2 図



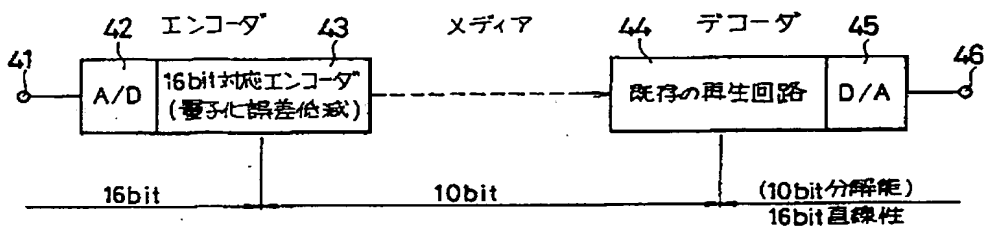
第 3 図



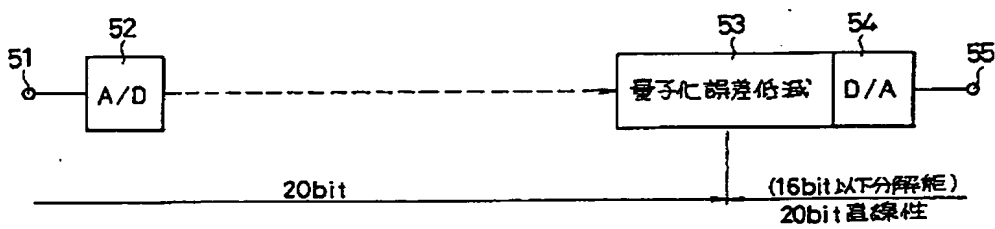
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図